

К.М. Сабирова<sup>1,2</sup>, П.Ф. Кикю<sup>1</sup>, Л.В. Кислицына<sup>2</sup>

## ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО КОНТАМИНАЦИЕЙ НИТРАТАМИ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ МЕСТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

<sup>1</sup>Дальневосточный Федеральный университет, Школа биомедицины,  
о. Русский, Кампус ДВФУ, корпус М, М25, тел. 8-(423)-265-24-24;

<sup>2</sup>Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае, 690091, ул. Уткинская, 36,  
тел. 8-(423)-240-21-85, г. Владивосток

### Резюме

Представлены результаты исследования риска воздействия местной плодоовощной продукции, загрязненной нитратами, на здоровье населения Приморского края за 2013–2017 гг. Отмечено влияние различных факторов на накопление нитратов в овощах. Исследовано содержание нитратов в плодоовощных продуктах местного производства, рассчитан уровень нитратной нагрузки на организм человека. На основании полученных данных о среднесуточных дозах поступления нитратов в организм при потреблении данной продукции были определены риски для здоровья населения по сравнению с допустимым суточным потреблением. Установлено, что для населения Приморского края существует потенциальный риск здоровью вследствие употребления загрязненных нитратами растительных продуктов питания местного производства.

*Ключевые слова:* нитраты, экспозиция, контаминация, плодоовощная продукция, овощи, здоровье населения, оценка риска.

K.M. Sabirova<sup>1,2</sup>, P.F. Kiku<sup>1</sup>, L.V. Kislitsina<sup>2</sup>

## RISK ASSESSMENT OF HEALTH OF THE POPULATION OF PRIMORYE TERRITORY DETERMINED BY CONTAMINATION BY NITRATES OF FRUIT AND VEGETABLE PRODUCTS PRODUCED LOCALLY

<sup>1</sup>Far Eastern Federal University, School of Biomedicine;

<sup>2</sup>Center of Hygiene and Epidemiology in Primorye territory, Vladivostok

### Summary

The results of a study of the risk of exposure to local fruit and vegetable products, contaminated by nitrates, on the health of the population of the Primorye territory throughout 2013–2017 are presented. The influence of various factors on the accumulation of nitrates in vegetables is observed. The content of nitrates in fruit and vegetable products of local production was studied, the level of human exposure to nitrates was calculated. On the basis of the obtained data on average daily doses of intake of nitrates in an organism, when consuming those products, risks to public health were identified as compared to the allowable daily intake. It has been revealed that there is a potential health risk of using nitrate-contaminated vegetable products produced locally.

*Key words:* nitrates; exposition; contamination; fruit and vegetable products; vegetables; health of the population; risk assessment.

Вопросы питания всегда тесно связаны с качеством жизни населения. Влияние питания на распространение различных заболеваний оценивается от 60 % до 80 %, вместе с тем необходимо отметить, что второе ранговое место по уровню заболеваемости у взрослых, подростков и детей занимают болезни органов пищеварения [2, 8]. Большая часть ежедневного потребления нитратов (до 70 % суточной дозы) связана с наличием в рационе населения значительного количества плодоовощной продукции, для которой характерна повышенная способность к накоплению нитратов. Частота обнаружения нитратов в растительных продуктах довольно высока. Как правило, более высокие уровни нитратов встречаются в листьях и, как следствие, в листовых овощах (салат, шпинат и другая зелень), более низкие – в семенах или клубнях [11, 14].

Количество накопленных нитратов во многом определяется интенсивностью освещенности (высокая интенсивность солнечного света ведет к сниже-

нию содержания нитратов), температурным режимом (влияет на процессы минерализации и нитрификации), влажностью (недостаток осадков и низкая влажность почвы сдерживают нитрификационные процессы, а их избыточное количество подавляет процессы фотосинтеза и замедляет биосинтез органических азотсодержащих соединений), а также сортовыми особенностями [11].

Концентрация нитратов может сильно варьировать в зависимости от региона, методов ведения сельского хозяйства, климата, качества почвы и производственных процессов. К экологическим особенностям Приморского края, которые могут оказывать влияние на нитраты, можно отнести климат. В Приморье умеренный муссонный климат, основная особенность – летом обильные осадки (по количеству осадков относится к зоне достаточного увлажнения) и туман. По количеству солнечного тепла Приморье занимает одно из первых мест в России.

Организм человека способен накапливать нитраты, что влечет за собой тяжелые последствия. Хроническое поступление субтоксичных доз нитратов приводит к тяжелым последствиям не так быстро, как при токсичных дозах, но так же неотвратимо [13].

Попадая в организм человека, нитраты вступают в реакцию с его микрофлорой и трансформируются в нитриты, которые всасываются из кишечника в кровь и, соединяясь с гемоглобином, образуют химическое соединение – метгемоглобин, который не переносит кислород к тканям, вызывает накопление молочной кислоты в тканях, мутацию клеток.

Повышенное содержание нитратов в продуктах питания, является фактором риска, провоцирующим многолетний рост заболеваемости населения неинфекционной патологией органов пищеварительной системы (гастрит и дуоденит), болезни поджелудочной железы, функции щитовидной железы, увеличению содержания в крови метгемоглобина, онкопатологиям, снижению массы тела, эмфиземе легких [1].

### Материалы и методы

Для расчетов нитратной нагрузки на население при употреблении плодоовощной продукции местного производства использовались результаты лабораторных исследований пищевых продуктов на содержание в них химических загрязнителей по программе социально гигиенического мониторинга ФБУЗ ЦГиЭ по Приморскому краю с 2013 по 2017 год. Лабораторный контроль за содержанием загрязнителей в продуктах питания и продовольственном сырье проводился по 30 административным территориям Приморского края, в том числе в городах Владивосток, Артем, Находка, Партизанск, Уссурийск, Дальнегорск, Арсеньев, Дальнереченск, Спасск-Дальний, Лесозаводск.

Для определения содержания нитратов применялся потенциометрический, или ионометрический, метод.

### Результаты и обсуждение

По результатам анализа, уровни нитратов, обнаруженные в различных растительных видах, выращенных в Приморском регионе за 2013–2017 года, варьируют в широких пределах. Результаты исследований показали, что во многих образцах овощей и фруктов концентрации нитратов соответствовали ПДК. Однако в ряде случаев, концентрации нитратов превышали допустимые нормы. Наблюдается превышение предельно-допустимых значений по 90-му перцентилю в 2014 году в моркови поздней, в 2016 году – в моркови поздней и огурцах (рис. 1).

Из 1 768 проанализированных за исследуемый период образцов 34 (1,92 %) – с превышением ПДК. Самый высокий уровень нитратов – 3 744 мг/кг – зафиксирован в петрушке свежей (г. Владивосток, 2014), что составляет 1,87 ПДК. За ним следуют 2 218 мг/кг (Октябрьский район, 2016 г.) и 2167 мг/кг (Надеждинский район, 2015 г.) в столовой свекле, 1,58 и 1,55 ПДК соответственно.

Отмечено, что продукция Приморских производителей имеет тенденцию к увеличению содержания в ней нитратов с 2013 года. Высокие концентрации нитратов в образцах, поступающих с продукцией от местных производителей, за период 2013–2017 г. за-

Болезни пищевого происхождения – одни из наиболее распространенных. Они оказывают весомые экономические и социальные последствия, поэтому проблемы, связанные с повышением ответственности за эффективность контроля качества пищевой продукции и сырья, гарантирующих безопасность для здоровья потребителей, требуют в настоящее время особого внимания [2, 12, 13]. Управление гигиенической безопасностью пищевых продуктов входит в число приоритетных задач государственной политики в области здорового питания [3, 10].

Исходя из вышесказанного, оценка воздействия контаминированной нитратами плодоовощной продукции, выращенной в Приморском крае, имеет значение для оценки безопасности местных жителей, дает возможность составить представление о количестве их поступления в организм человека и возможном негативном воздействии на здоровье населения Приморья.

Работа осуществлялась согласно действующих нормативных документов [4, 5, 6]. Оценка экспозиции проводилась на основе рекомендуемого и фактического среднесуточного потребления пищевых продуктов растительного происхождения в РФ (данные из Федеральной службы Государственной статистики) и допустимых уровней содержания в них нитратов, используемых в странах Таможенного союза [9]. При расчете среднесуточной дозы потребления пищевых продуктов использовались средние значения содержания нитратов

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета прикладных программ «Microsoft Office».

фиксированы на следующем уровне: в листовых овощах и свекле – до 2 ПДК, в моркови поздней – до 3 ПДК, в луке репчатом – до 2 ПДК, в огурцах и капусте белокочанной поздней – до 2 и 2,5 ПДК соответственно, в картофеле – до 1 ПДК. Тем не менее, рассчитанные средние концентрации не превышали ПДК во всех районах края (рис. 2). Данные овощные культуры были выбраны по причине того, что на них установлен максимальный ПДК (в случае с зеленью, свеклой), либо эти овощи потребляются в значительных количествах.

За исследуемый период к территориям Приморского края с наибольшим содержанием в плодоовощных культурах нитратов, в первую очередь, следует отнести города: Артем, Арсеньев, Дальнегорск и районы: Кавалеровский, Пожарский, Партизанский, Надеждинский, Октябрьский, Шкотовский.

На основании полученных данных о концентрации (в мг/кг) нитратов в пищевых продуктах и величине их среднесуточного потребления (кг/сутки) были рассчитаны экспозиционные среднесуточные дозы их поступления в организм человека (в мг/кг) при потреблении плодоовощной продукции. По данным анализа, среди основной массы овощей Приморских производителей

наибольший вклад в общую экспозицию нитратами вносят столовая свекла и морковь поздняя. Наибольшая среднесуточная нагрузка нитратами с потребляемыми плодовоовощными культурами местного производства, была определена в г. Артем с территориями, г. Дальнегорск с территориями – более 3 мг/кг/сутки. В остальных районах средняя экспозиция нитратами составляла 1,27 – 2,5 мг/кг/сутки (рис. 3).

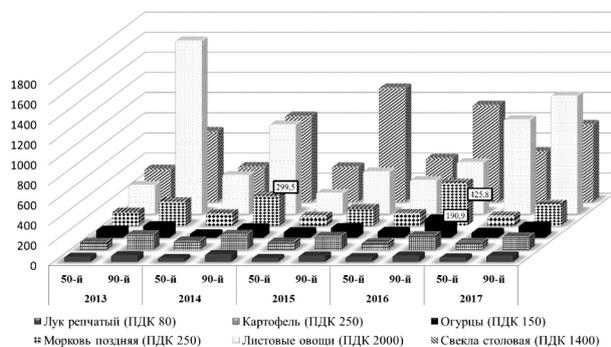


Рис. 1. Содержание нитратов (мг/кг), рассчитанное по 50-му и 90-му процентилю, в местной плодовоовощной продукции Приморского края

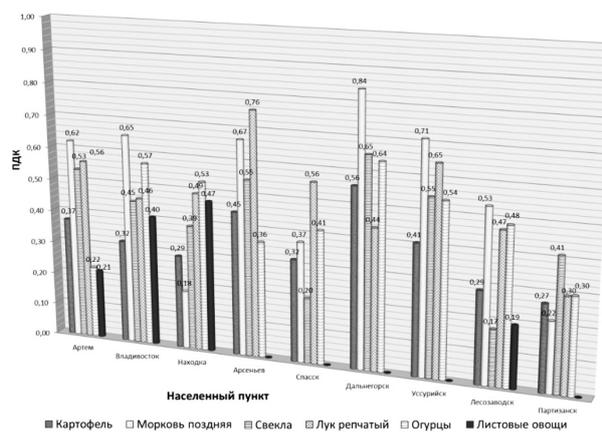


Рис. 2. Средние концентрации нитратов в овощах, выращенных в различных филиалах края, мг/кг

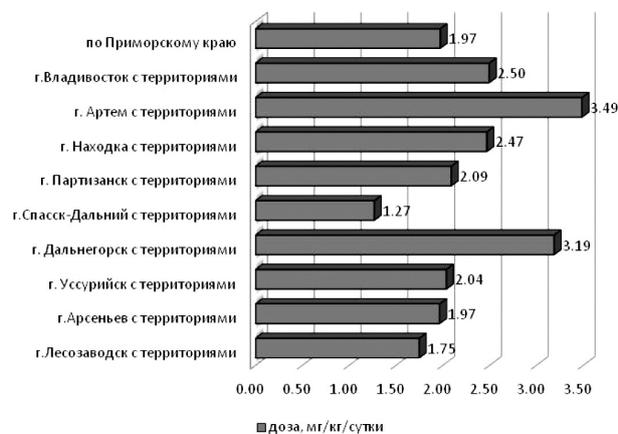


Рис. 3. Оцененная средняя экспозиция, мг/кг/сутки

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов проводилась на основе сравнения значений экспозиции контаминантов, полученных в ходе исследований, с рекомендованной референтной до-

зой их воздействия при пероральном поступлении (1,6 мг/кг/сут.) и расчета коэффициентов опасности (НҚ). Согласно расчетам, в Приморском крае зафиксировано превышение индекса опасности НҚ, который составил 1,23, что свидетельствует о повышенном уровне неканцерогенного риска. Районирование территории края по степени воздействия нитратов представлено на рисунке 4. Нитраты вносят вклад как в суммарную величину индекса опасности НІ, так и в риск воздействия на сердечно сосудистую систему и систему кроветворения.

1	Арсеньевский ГО
2	Артемовский ГО
3	Владивостокский ГО
4	Дальнереченский ГО
5	Лесозаводский ГО
6	Находкинский ГО
7	Партизанский ГО
8	г. Уссурийск
9	г. Фокино
10	Дальнегорский ГО
11	Анучинский р-н
12	Кавалеровский р-н
13	Кировский р-н
14	Красноармейский р-н
15	Лазовский р-н
16	Михайловский р-н
17	Надеждинский р-н
18	Октябрьский р-н
19	Ольгинский р-н
20	Партизанский р-н
21	Пограничный р-н
22	Пожарский р-н
23	Спасский р-н
24	г. Спасск-Дальний
25	Уссурийский р-н
26	Ханкайский р-н
27	Хасанский р-н
28	Хорольский р-н
29	Черниговский р-н
30	Чугуевский р-н
31	Шкотовский р-н
32	Яковлевский р-н

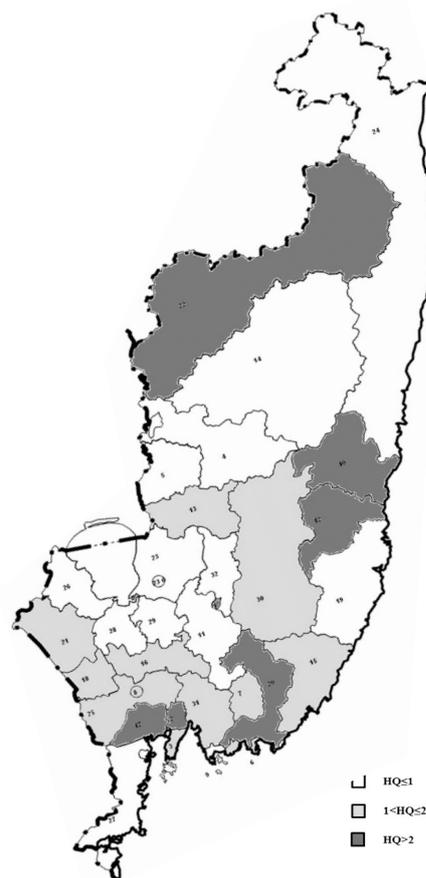


Рис. 4. Районирование территории края по степени воздействия нитратов

Существенным в решении проблемы нитратов является определение источников загрязнения нитратами, их устранение и введение постоянного строгого контроля на всех этапах производства, переработки, хранения и потребления продуктов питания. Источником поступления значимых доз нитратов в организм может являться вода с повышенным их содержанием. Пробы воды нецентрализованного водоснабжения в Приморском крае за исследуемый период не соответствовали гигиеническим нормативам по содержанию нитратов от 1,1 до 6,7 ПДК (таблица).

Превышение норматива по нитратам указывает на загрязнение воды азотсодержащими органическими соединениями в прошлом, а в грунтовых водах – на загрязнение почвы, через которую они проходили. Это может оказаться еще одним фактором, усугубляющим воздействие нитратов на организм человека.

**Территории с превышением гигиенических нормативов содержания нитратов и наибольшая кратность превышения ПДК в воде нецентрализованного водоснабжения Приморского края за 2013–2017 гг.**

2013 г	2014	2015	2016	2017
Михайловский (3,2 ПДК)	Шкотовский (5,6 ПДК)	Михайловский (6,7 ПДК)	Михайловский (3,6 ПДК)	Шкотовский (4 ПДК)
Уссурийск (3,2 ПДК)	Надеждинский (4,3 ПДК)	Шкотовский (3,6 ПДК)	Артем (3,4 ПДК)	Пограничный (3,4 ПДК)
Октябрьский (3,05 ПДК)	Михайловский (3,6 ПДК)	Надеждинский (3,5 ПДК)	Шкотовский (2,5 ПДК)	Хасанский (2,1 ПДК)
Владивосток (2,5 ПДК)	Пограничный (3,5 ПДК)	Пограничный (3,4 ПДК)	Владивосток (2,4 ПДК)	Михайловский (2 ПДК)
Хасанский (2,3 ПДК)	Артем (3,4 ПДК)	Артем (3,1 ПДК)	Пограничный (2,23 ПДК)	Яковлевский (1,8 ПДК)
Пограничный (1,33 ПДК)	Хасанский (2,8 ПДК)	Хасанский (2,9 ПДК)	Октябрьский (2,18 ПДК)	Надеждинский (1,7 ПДК)
	Анучинский (2,7 ПДК)	Яковлевский (2,2 ПДК)	Яковлевский (2,05 ПДК)	Октябрьский (1,7 ПДК)
	Яковлевский (2,2 ПДК)	Октябрьский (1,9 ПДК)	Чугуевский (2 ПДК)	Анучинский (1,4 ПДК)
	Чугуевский (2,1 ПДК)	Чугуевский (1,9 ПДК)	Надеждинский (1,78 ПДК)	Чугуевский (1,1 ПДК)
	Октябрьский (1,65 ПДК)	Анучинский (1,6 ПДК)	Хасанский (1,68 ПДК)	
	Владивосток (1,35 ПДК)	Владивосток (1,4 ПДК)		

### Выводы

1. В плодоовощной продукции, выращенной на территории Приморского края, накапливается количество загрязнителей, превышающее допустимый предел риска, что является фактором риска, провоцирующим многолетний рост заболеваемости населения Приморского края по различным патологиям.

2. Наибольший вклад в общее значение экспозиции обусловлен потреблением корнеплодов – свеклы столовой и моркови поздней.

3. На основе данных фактического потребления продуктов определены наибольшие уровни поступления контаминантов с местными пищевыми про-

дуктами: средняя экспозиция нитратами составляла 1,27-2,5 мг/кг/сутки. В то же время выделены территории, где концентрация нитратов составляла более 3 мг/кг/сутки.

4. Уровни контаминации местного пищевого сырья и продуктов и региональные особенности фактического потребления продуктов питания обусловили высокие неканцерогенные риски от воздействия нитратов.

5. Полученные данные важны в отношении оценки суммарной химической нагрузки на жителей Приморского края с целью прогнозирования изменений в состоянии их здоровья.

### Литература

1. Багрянцева О.В., Хотимченко С.А., Шатров Г.Н., Селифанов А.В. Метаболические эффекты, оказываемые нитратами и нитритами, поступающими в организм в составе пищевых продуктов // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № S3. – С. 11

2. Кику П.Ф., Бениова С.Н., Гельцер Б.И. Среда обитания и экологозависимые заболеваний человека. Владивосток: Изд-во Дальневост. Федерал. ун-та, 2017. – 390 с.

3. Клещина Ю.В., Елисеев Ю.Ю. Мониторинг за контаминацией продовольственного сырья и пищевых продуктов токсичными элементами // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 81-82.

4. Методические указания МУ 2.3.7.2125-06 «Состояние здоровья населения в связи с состоянием питания. Социально-гигиенический мониторинг. Контаминация продовольственного сырья и пищевых продуктов химическими веществами. Сбор, обработка и анализ показателей», (Утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 17.08.2006). – М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006.

5. Методические указания МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на

население» (Р 2.1.10.1920-04) (Утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 5.06.2009). – М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 26 с.

6. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920 – 04 (Утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 5.03.2004). – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.

7. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». – М., 2002. – 164 с.

8. Социально-гигиенические аспекты качества жизни населения Приморского края / П.Ф. Кику, Н.С. Шитер, Т.В. Горборукова, М.В. Ярыгина, В.Г. Морева, К.М. Сабирова, М.А. Мезенцева // Якутский медицинский журнал. – 2016. – № 3. – С. 57-60.

9. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. – № 880. – 242 с.

10. Тулина Л.М., Вяльцина Н.Е., Макарова Т.М. и др. Гигиеническая оценка содержания химических контаминантов в продуктах питания и оценка риска

воздействия пищевых продуктов на здоровье населения Оренбургской области // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 49-55.

11. Черникова В.А., Алексахин Р.М. Агроэкология: учебник. – М.: Колос, 2000. – 534 с.

12. Mor F., Sahindokuyucu F., Erdogan N. Nitrate and Nitrite Contents of Some Vegetables Consumed in South Province of Turkey // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2010. – № 9. – P. 2013-2016.

13. Quijano L., et al. Risk assessment and monitoring programme of nitrates through vegetables in the Region

of Valencia (Spain) // Food Chem Toxicol. – 2017. – № 100. – P. 42-49.

14. Saghatelyan A., Sahakyan L., Belyaeva O. Food Safety Issues of the Mining Impact Territories // Conference Proceedings of the 13th International Multidisciplinary Scientific Geoconference (SGEM 2013). – 16-22 June, 2013, Albena, Bulgaria. – Vol. 1. Ecology, Economics, Education and Legislation. – 2013. – P. 489-496.

#### Literature

1. Bagryantseva O.V., Khotimchenko S.A., Shatrov G.N., Selifanov A.V. The metabolic effects rendered by the nitrates and nitrites coming to the organism as a part of foodstuff // Problems of Nutrition. – 2015. – Vol. 84, № 3. – P. 11.

2. Kiku P.F., Beniova S.N., Geltser B.I. Habitat and ecologically dependent human diseases. – Vladivostok: Publishing House of the Far East. Federal University. – 2017. – 390 p.

3. Kleshchina Yu.V., Eliseev Yu.Yu. Monitoring of contamination of food stock and food products with toxic elements // Hygiene and Sanitation. – 2013. – № 1. – P. 81-82.

4. Methodological Instructive Regulations MU 2.3.7.2125-06 on «Population health status in connection with the state of nutrition. Social and hygienic monitoring. Contamination of food stock and food products with chemical substances. Collection, processing and analysis of indicators» (Approved by the Chief Sanitary Officer of the Russian Federation on 17.08.2006). – М.: Federal Hygiene and Epidemiology Centre of the Federal Service on Surveillance for Consumer Rights Protection and Human Well-being, 2006.

5. Methodological Instructive Regulations MU 2.3.7.2519-09 on «Determination of exposure and risk assessment of the effect of chemical contaminants of food on the population». (P 2.1.10.1920-04) (Approved by the Chief Sanitary Officer of the Russian Federation on 5.06.2009). – М.: Federal Hygiene and Epidemiology Centre of the Federal Service on Surveillance for Consumer Rights Protection and Human Well-being, 2009. – 26 p.

6. A guide on the risk assessment of the population exposure to chemical substances contaminating the environment (P 2.1.10.1920-04) (Approved by the Chief Sanitary Officer of the Russian Federation on 5.03.2004). – М.: Federal Centre for the State Sanitary and Epidemiological Surveillance of the Ministry of Health of the RF, 2004.

7. Sanitary Rules and Norms 2.3.2.1078-01 «Hygienic requirements for safety and nutrition value of food products». – М., 2002. – 164 p.

8. Social and hygienic aspects of the quality of life of the Primorsky Region population / Kiku P.F., Shiter N.S., Gorburokova T.V., Yarygina M.V., Moreva V.G., Sabirova K.M., Mezentseva M.A. // Yakutsk Medical Journal. – 2016. – № 3. – P. 57-60.

9. Technical Regulations of the Customs Union 021/2011. «On food safety». Approved by the decision of the Customs Union Commission on December 9, 2011. – № 880. – 2011. – 242 p.

10. Tulina L.M., Vyaltsina N.E., Makarova T.M., et al. Hygienic assessment of the content of chemical contaminants in food and the risk assessment of influence of food products on the health of the population of the Orenburg region // Health Risk Analysis. – 2014. – № 1. – P. 49-55.

11. Chernikova V.A., Aleksakhin R.M. Agroecology. Textbook. – М.: Kolos, 2000. – 534 p.

12. Mor F., Sahindokuyucu F., Erdogan N. Nitrate and Nitrite Contents of Some Vegetables Consumed in South Province of Turkey // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2010. – № 9. – P. 2013-2016.

13. Quijano L., et al. Risk assessment and monitoring programme of nitrates through vegetables in the Region of Valencia (Spain) // Food Chem Toxicol. – 2017. – № 100. – P. 42-49.

14. Saghatelyan A., Sahakyan L., Belyaeva O. Food Safety Issues of the Mining Impact Territories // Conference Proceedings of the 13th International Multidisciplinary Scientific Geoconference (SGEM 2013). – 16-22 June, 2013, Albena, Bulgaria. – Vol. 1. Ecology, Economics, Education and Legislation. – 2013. – P. 489-496.

**Координаты для связи с авторами:** Сабирова Ксения Маратовна – студентка 6-го курса Школы биомедицины ДВФУ, специальность «Медицинская биофизика», техник отдела социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае», e-mail: k\_s\_u\_xa@mail.ru; Кикун Павел Федорович – д-р мед. наук, канд. техн. наук, профессор, директор Департамента общественного здоровья и профилактической медицины Школы биомедицины ДВФУ, e-mail: lme@list.ru; Кислицына Лидия Владимировна – зав. отделом социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае», e-mail: sgm-risk@fguzpk.ru.

